

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-084196
(43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int. Cl. G02B 26/08

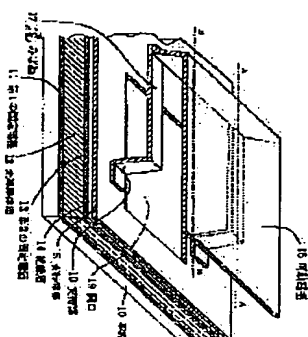
(21)Application number : 05-227205 (71)Applicant : CANON INC
(22)Date of filing : 13.09.1993 (72)Inventor : YAGI TAKAYUKI
YAMAMOTO TOMOKO
TAKAGI HIROTSUGU

(54) OPTICAL DEFLECTOR AND DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a mechanical optical deflector and a display device using the deflector minimizing the area of a mirror, having a large effective voltage and capable of controlling a deflection angle by means of the drive of an optical write system.

CONSTITUTION: This optical deflector is formed on the upper surface of a light transmissive substrate and provided with photodetector parts 11-13 making the resistance value to be changed according to light quantity being projected, mechanically movable parts 16-18 arranged so as to be opposed to the photodetector parts on the substrate with an air gap and supporting one end of optical deflector plate 16 electrically connected to the photodetector parts in series as a free end, and a voltage applying means applying the voltage to the photodetector parts and the optical deflector plate in series. When the lower surface of the substrate is irradiated with a control light beam, the resistance value of the photodetector part is decreased and the ratio of voltage applied on the optical deflector plate among the voltage applied by the voltage applying means is increased, thereby the free end of the optical deflector plate is attracted to the side of photodetector part, the optical deflector plate is inclined with the supporting end as center and the projected light beam made incident from the first surface side of the substrate is made to be deflected/reflected in accordance with the tilt of the optical deflector plate.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.C.⁴ 識別記号 特許表示箇所
G 0 2 B 26/08 E 9226-2K F I

(21)出願番号 特願平5-227205
(22)出願日 平成5年(1993)9月13日

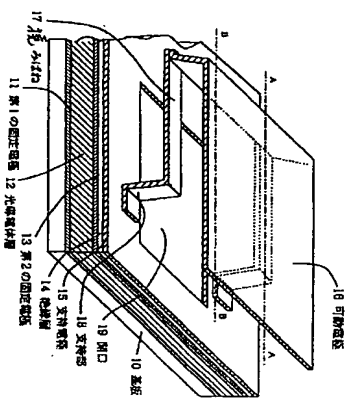
審査請求 未請求 請求項の数13 OL (全 11 頁)

(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)発明者 八木 隆行
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 山本 智子
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 高木 博嗣
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54) [発明の名称] 光偏向器およびそれを用いた表示装置

(57) [要約]
[目的] ミラー面積を小型化し、実効電圧を大きく取
れ、光書き込み式の駆動で偏向角を制御できる機械式の
光偏向器およびそれを用いた表示器。

[構成] 光偏向器は、光透過性の基板の上面に形成さ
れ、照射される光の量により抵抗値を変化させる光検出
部11、12、13と、基板上の光検出部と空腔をもつ
て対向するように配置され、光検出部と電気的に直列接
続された光偏向板18の一端を自由端として支持する機
械可動部16、17、18と、光検出部と光偏向板とに
直列に電圧を印加する電圧印加手段とを具備し、基板の
下面から制御光が照射されると、光検出部の抵抗値が低
下し、電圧印加手段が印加する電圧のうち光偏向板に印
加される比率が増加することにより、光偏向板の自由端
は光検出部側に吸引され、光偏向板は支持端中心に傾
き、基板の第1の面側から入射される投影光を光偏向板
の傾きに応じて偏向反射させる。



[特許請求の範囲]

【請求項1】 光透過性の基板の第1の面に形成され、
照射される光の量により抵抗値を変化させる光検出部
と、
基板の第1の面上の光検出部と空腔をもって対向するよ
うに配置され、光検出部と電気的に直列接続された電気
導電体層からなる光偏向板を含むとともに、光偏向板
の一端を自由端とし自由端と対向する他端を支持端とし
て支持する機械可動部と、
光検出部と光偏向板とに直列に電圧を印加する電圧印加
手段とを具備し、
基板の第1の面に対向する第2の面側から制御光が照射
されると、光検出部の抵抗値が低下し、電圧印加手段が
印加する電圧のうち光偏向板に印加される比率が増加す
ることにより、光偏向板の自由端は光検出部側に吸引さ
れ、光偏向板は支持端中心に傾き、基板の第1の面側か
ら入射される投影光を光偏向板の傾きに応じて偏向反射
させる光偏向器。

【請求項2】 前記光検出部は、前記基板の第1の面
上に層状に形成された第1の固定電極と、第1の固定電
極の上に形成された光導電体層と、光導電体層の上に層
状に形成された第2の固定電極とからなる請求項1記載
の光偏向器。

【請求項3】 前記光導電体層がアモルファスシリコン
薄膜よりなる請求項2記載の光偏向器。
【請求項4】 前記第1の固定電極が光透過性の導電体
層よりなる請求項3記載の光偏向器。
【請求項5】 前記電圧印加手段は交流正弦波電圧を印
加する請求項1記載の光偏向器。

【請求項6】 前記機械可動部は、前記光偏向板と、前
記光偏向板を支持し弾性変形する梁と、梁を支持する支
持部とからなる請求項1記載の光偏向器。
【請求項7】 前記梁が弾み可能な弾みばねであること
を特徴とする請求項6記載の光偏向器。
【請求項8】 前記光偏向板は、一端が弾みばねの自由
端に接続され、かつ前記弾みばねの上方に配置されてい
る請求項7記載の光偏向器。

【請求項9】 前記梁は、前記光偏向板を回転支持する
弾みばねからなる請求項6記載の光偏向器。
【請求項10】 前記機械可動部は、前記光検出手段の
上に絶縁層を介して形成されている請求項1記載の光偏
向器。
【請求項11】 前記機械可動部は、電圧印加を行う支
持電極を有する請求項10記載の光偏向器。
【請求項12】 基板を共通として複数配置された請求
項1記載の光偏向器と、
入射する光をスクリーン上に投影する投影レンズおよび
絞りと、
前記複数の光偏向器の光偏向板上に光を照射する投影光
源と、

前記複数の光偏向器の基板の第2の面側から、各光偏向
器にそれぞれ制御光を照射し、前記複数の光偏向器の光
偏向板で反射させ、投影レンズおよび絞りを介して反射
光による画像をスクリーン上に投影させる光書き込み手
段とからなる表示装置。

【請求項13】 前記光書き込み手段は、前記複数の光
偏向器の基板の第2の面と対向するように配置された画
像情報表示手段である請求項12記載の表示装置。
[発明の詳細な説明]

【0001】
[産業上の利用分野] 本発明は光偏向器、特にアインク
マニピュレーション技術を用いて作製し、静電引力を用いて位置
制御を行う光書き込み式光偏向器およびそれを用いた表
示装置に関する。

【0002】
[従来の技術] 現在、主な光偏向器には、液晶セルまた
はPLEZT等の誘導電体材料の光導電膜に用いられる電
気光学効果を用いて、背面から照射された光量を微小面
積に印加する電圧で制御する固体化光シフター（電子
写真学会誌、第30巻、第4号、1991年、p447
～449）、ガルバノミグレーション等の光の反射を用いた機
械式光偏向器がある。上記光シフターは、一次元のア
イニ化することにより表示装置として電子写真式シリ
コンの光シリコンヘッド、液晶セルを2次元配置する液
晶ディスプレイ等の応用がなされている。

【0003】機械式光偏向器は、光スイッチ等の光通信
用光学素子としてはミラー面の反射を用いることで光の
波長によらず偏向や速度が可能であるために多重波長光
源を使用する場合や、光源の長尺移動等がある場合にお
いて有用であるが、高速応答性、小型化、アレイ化等の
点で固体化光シフターに比べて応用分野が限られ
ていた。

【0004】近年、半導体フォトプロセスを用いた
極めて小型の可動機構を有する微小機械がマイクロメ
カニクス技術により提供されている。典型的な微小機械と
してはマイクロクロモーター（M. Mehregan
y et al., "Operation of mi
crofabricated harmonic an
d ordinary side-drive mot
ors", Proceedings IEEE Mic
ro Electro Mechanical Syst
ems Workshop 1990, p1-8）、や
リニアマイクロアクチュエータ（P. Cheung e
t al., "Modeling and posit
ion-detection of a polysil
icon linear microactuator", Micromechanical Sensor
s, Actuators and Systems A
SME 1991, DS C-Vol. 32, p269
-278）、圧電バイモルファンシペーパー（USP4,

3

906, 840) 等が提案されている。

【0005】これら微小機械は、半導体フォトリンプロセスにより作製されアレイ化、低コスト化が容易であり、小型化することによって高速応答性を期待できる。機械式光学素子である光偏向器としては、K. E. Peter senにより提案されたシリコンによるTorsion al Scanning Mirror (IBM J. RES. DEVELOP., Vol. 24, No. 5, 9, 1980, p631-637) および片持梁の變形によりレーザ光を走査するMicromechanical light modulator array ("Dynamic Micromechanics on Silicon Techniques and Devices" IEEE Trans. on Electron Devices, Vol. ED-25, No. 10, Oct. 1978, p1241-1249) がある。

【0006】光偏向器の表示装置への応用では、可撓梁を有する金属薄膜の反射を用い画素を平面上に複数配置したM. A. Cadman等により提案されているMicromechanical Display ("New Mechanical Display Using Thin Metallic Film" IEEE Electron Device Letters, Vol. EDL-4, 1983, pp3-4), L. J. Hornbeckによる空間光変調器(特開平2-8812), R. N. Thomas等によるMirror Matrix Tube (IEEE Trans. on Electron Devices, Vol. ED-22, No. 9, Sep. 1975, p765-775) 等がある。

【0007】発明が解決しようとする課題】上記のCadmanおよびHornbeck等により示された反射型の機械式光偏向器は電圧書き込み式によるものであり、主としてその動作は2方向の偏角を用いて2値表示によるディスプレイへの応用を提案している。この光偏向器をアレイ化して表示装置として用いる場合、特にテレビジョン装置として用いる場合には階調表示(8ビット、256階調程度)が課題となる。2値表示にて安定的に多階調表示を行う方法としては、空間光変調器を組み合わせてその面積比で階調を表現する階調変調方式、または空間光変調器に階調を掛けける時間幅で階調を表現するパルス幅変調方式が考えられる。

【0008】面積変調方式については、例えば8ビット、256階調を表示する場合2値表示の単位画素を256個とめて1画素とすれば必要があり、表示画像の空間力が著しく低下してしまう。即ち、1空間光変調器を1単位素子とすると、16単位素子4方度で1画素を表すことになるので1単位素子のサイズを10 μ m角とする

と1画素160 μ m角となる。等倍一階調光装置を用いたとしても3インチにて500画素程度の解像力であり、より高解像度を目指す場合表示装置はより大きくなり、Siウエハ上に半導体フォトリンプロセスを用いて上記表示装置を作製する場合、1基板(Siのウエハ)当たりの表示装置の切り出し数が増えることとなり歩留り率および生産数の低下を招き、表示装置の価格上昇につながる。

【0009】一方パルス幅変調方式においては、同じく8ビット、256階調を表示する場合、フレーム周波数30Hzを走査するために130 μ s(1=1/30/256)内に1画面走査を行う必要がある。例えば、走査線数が1000本の表示装置においては1走査線の走査時間は0.1 μ s以内になる。また、1走査線のデータ転送には必要なシフトレジスタの転送は、1走査線分の画素数が2000個の場合(HDTV対応を考えると、1サイクル当たりのシフト時間は0.06ns以内になる。したがって、シフトレジスタの駆動周波数は約16GHzとなり、表示装置の画素を分割する等の駆動手段が必要となり、駆動系の負荷が非常に大きくなる。これにより表示装置の駆動用周辺回路のコストアップとなり、上述と同様に表示装置の価格上昇につながる。

【0010】このため、光偏向器を用いて表示装置に応用する場合、駆動系の負荷の小さい表示装置とするには、光偏向器毎に偏角を制御し画素毎の階調表現を実現することが望ましい。

【0011】また、機械式光偏向器による表示装置では反射型によりスクリーン上に投影することとなるが、この際にスクリーン輝度を向上することは投影型ディスプレイとしては重要である。高輝度を得る投影用の高輝度ランプとしてはメタルハライドランプ(Xe-saランプ)あるいはキセノンショートアークランプ(Xe-saランプ)がある。通常光源は有限の発光径を持ち、使用するランプにより適当なデバイスサイズ、レンズ径が決定される。

【0012】2値表示にて1画素毎にアドレス制御用のトランジスタを設ける場合、電圧書き込みによる光偏向器では高速応答可能なトランジスタのゲターン形成を行う際に、露光装置としてステツップを用いる。デバイスサイズはステツップの露光フィードにより決定される。現行のレチクルマスクサイズと光学系の縮小率より露光フィードは対角22 \times 25mm(1.2 \times 1.4インチ)程度であり最大デバイスサイズは1.4インチ以下となる。対角1.4インチのデバイスでは適当な発光径は1 \sim 2mm程度であり、現行使用可能なランプとしてはXe-saランプとなる。

【0013】しかしXe-saランプは寿命が1000時間と短く、テレビジョン装置には適さない。高輝度なディスプレイを作製するには光源径が数mm程度の大き

5

その長寿命なMHランプ(寿命 \sim 6000時間)を使用するサイズが好ましい。このためには2インチ以上のデバイスサイズが必要となる。すなわち、アドレス制御用の高速応答可能なトランジスタを用いずには画素毎の独立動作可能な駆動方式が望ましい。

【0014】アドレス制御用トランジスタを用いず光偏向器を駆動する方法としては、CdSとCdTeからなるフォトダイオードのフォトリソグラフィ技術を利用する光書き込み式液晶ライトバルブ(CdS-LCLV, L. M. Fraas等, "Novel charge storage-diode structure for use with light-activated displays", Journal of Applied Physics, Vol. 47, No. 2, 1976, p576-583) がある。LCLVはデバイスサイズが2インチ程度であり、光源径が5mm程度のMHランプを利用できる。

【0015】しかしながらLCLVは応答速度が液晶の応答速度に依存し(トリセプス社社刊"プロジェクトンデレの設計No. 107", p151)、低遅延の高速応答性が望まれる。光波適用として高速応答性を期待できる機械式マイクロミラーを用いたLCLVがD. Armitageにより提案されている("MICROMIRROR SPATIAL LIGHT MODULATOR" United States Patent Number: 4,698,602)。しかしながら4,698,602ではフォトキャパシタンス効果を利用して、光書き込み式ライトバルブへの書き込み光(\sim 100 μ W/cm 2)に対してマイクロミラーへの有効電圧は液晶と同様に数V程度の低電圧である。高速応答性はマイクロミラーを支持するばね定数とミラー形状により決定され、ばね定数を大きくするにつれて応答性は向上する。

【0016】しかし低電圧下で静電引力によりマイクロミラーを変位させるにはミラー面積を大きくせざるをえず、高速応答性を同時に達成しようとするミラー面積は \sim 100 μ m角程度となる。テレビジョン装置、特に高精細の画像表示を行うにはミラーの面積を小型化し画素数を増やす必要がある。すなわちミラー面積を小さくし且つ静電引力を増すには有効電圧を大きく取る必要がある。フォトキャパシタンス効果によりマイクロミラーを駆動するライトバルブでは表示装置、特にテレビジョン装置として十分な解像度を得ることができない。

【0017】また、4,698,602においてダイオードの容量を小さくするために用いるSi基板はinsulicであり且つ基板厚みが100 μ m程度となり、Siとガラスとの貼り合わせプロセスが必要となる(D. Armitage, "High-Speed Spatial Light Modulator", IEEE Journal of Quantum Ele

ctronics, Vol. QE-21, No. 8, 1985, p1241-1248)。貼り合わせの不具合が存在するとSiとガラスの界面に書き込み光の散乱および干渉等が発生し光感度の低下を招く。このことは前述のLCLVと比べて歩留りが低下しプロセス上好しくない。

【0018】本発明は上記問題点に鑑み、下記のことを実現できる光偏向器およびそれを用いた表示装置を提供することを目的とする。

(1) 光書き込み式の駆動によって偏角を制御することが可能な機械式的光偏向器。
(2) ミラー面積を小型化し、有効電圧を大きく取れる光偏向器。
(3) 貼り合わせプロセスのない高い歩留りを確保できる光偏向器。
(4) これらの内容を実現した光偏向器により構成する投影式の高解像な画像表示可能な表示装置。

【0019】問題を解決するための手段】すなわち、上記目的を達成すべくされた本発明の光偏向器は、光透過性の基板の第1の面に形成され、照射される光の量により低抵抗を変化させる光検出部と、基板の第1の面上の光検出部と空間をもって対向するように配置され、光検出部と電氣的に直列接続された電気導電体薄膜からなる光偏向板を含むとともに、光偏向板の一端を自由端とし自由端と対向する他端を支持端として支持する機械可動部と、光検出部と光偏向板とに直列に電圧を印加する電圧印加手段とを具備し、基板の第1の面に対向する第2の面から照射光が照射されると、光検出部の低抵抗値が低下し、電圧印加手段が印加する電圧のうち光偏向板に印加される比率が増加することにより、光偏向板の自由端が光検出部側に吸引され、光偏向板は支持端中心に傾き、基板の第1の面側から入射される投影光を光偏向板の傾きに

応じて偏角反転させる。
【0020】前記光検出部は、前記基板の第1の面上の面に形成された第1の固定電極と、第1の固定電極の上に形成された光導電体層と、光導電体層の上に層状に形成された第2の固定電極とからなり、前記第1の電極がアルファスリコン薄膜よりなり、前記第1の固定電極が光透過型の導電体薄膜よりなり、前記電圧印加手段は交流正弦波電圧を印加するのが好ましい。

【0021】また、前記機械可動部は、前記光偏向板と、前記光偏向板を支持し弾性変形するばねと、ばねを支持する支持部とからなり、一端がばねがばねの自由端に連結され、かつ前記光偏向板は、一端がばねの自由端に連結され、かつ前記光偏向板は、一端がばねの自由端に連結され、かつ前記光偏向板を回転支持するばねはねばねからなるのが好ましい。

【0022】さらに、前記機械可動部は、前記光検出手段の上に絶縁層を介して形成されており、電圧印加を行

う支持電極を有するのが好ましい。

【0023】本発明の表示部は、基板を共通として複数の配置された請求項1記載の光偏向器と、入射する光をスクリーン上に投影する投影レンズおよび絞り、前記複数の光偏向器の光偏向板上に光を照射する投影光源と、前記複数の光偏向器の基板の第2の面から、各光偏向器にそれぞれ所望の光を照射し、前記複数の光偏向器の光偏向板で反射させ、投影レンズおよび絞りを介して反射光とより画像をスクリーン上に投影させる光書き込み手段とからなる。

【0024】また、前記光書き込み手段は、前記複数の光偏向器の基板の第2の面と対向するように配置された画像情報表示手段であるのが好ましい。

【0025】

【作用】 上述のように構成された本発明の光偏向器においては、基板に設けられた光検出部に光導電効果により入射する制御光の光量により抵抗が変化し、抵抗の変化に伴い連立接続した機械可動部への印加電圧が変化し、印加電圧の変化に伴い静電引力により光偏向板の傾き角が変化する。すなわち、光検出部に入射する制御光の光量に応じて光偏向板に入射する投影光の偏向が行われることとなる。光偏向板すなわちミラーの面積を小型化に伴い印加電圧を増すことにより機械可動部への実効電圧を上げ、所望の傾角を得る。そして、ミラー面積が小さくできることにより、光偏向器をアレイ化しライオバルブを形成することで、高解像な表示装置が実現される。

【0026】

【実施例】 次に、本発明の光偏向器およびそれを用いた表示装置の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の光偏向器の一実施例の構成を示す斜視図である。図2は図1の実施例のA-A断面図である。図3は図1の実施例を駆動する場合の図1の実施例の等価回路を示す図である。

【0027】 基板10は、下面より入射する光書き込みを行なうための書き込み光WLiを透過するようにガラスから構成されている。基板10の上には、第1の固定電極11、光導電層12、第2の固定電極13が順次形成され、光検出部を構成している。光検出部の第2の固定電極13の上には、絶縁層14が形成され、さらに絶縁層14の上には、中央部に開口19を有する支持電極15が形成されている。

【0028】 支持電極15の上には、支持電極15に固定された3つの支持部18から支持され、支持電極15と間隔を保ち支持電極15に平行に、開口19に沿って延びる2枚の接みばね17と、接みばね17の自由端に連接され、接みばね17の自由端から接みばね17の上に折り返れるように、接みばね17と間隔を保って接みばね17に対し平行に延びる一枚の可動電極16とから機械可動部が構成されている。この場合、接みばね

17は、弾性変形して可動電極を支える梁となり、可動電極16は、上方より入射する投影光LiLiを偏向するためのミラーの役割を有している（投影光LiLiは可動電極16の傾きにより、例えば投影光RL1またはRL2のように反射される）。

【0029】 図1の実施例の機能について図3を参照して説明する。光導電層12は、第1、2の固定電極11、13とオーミックコンタクトを取ることでより光センサとして働く。支持電極15は、第2の固定電極13と絶縁層14を介し付加電圧Coxを形成し、可動電極16は、支持電極15の開口19を通じて第1の固定電極13との間にミラー容量Cmを形成する。支持電極15は可動電極16を支持するとともに可動電極16に電気的に接続されている。

【0030】 本実施例では、第1の固定電極11と支持電極15との間に電圧Vaを印加し、印加電圧Vaは正弦波交流とする。正弦波の角周波数を ω とすると、回路の全体のインピーダンス $Z = R + jX$ は実部RがRsで虚部Xが $-j(Cox + 1/Cm)$ となる。すなわち、光導電層の抵抗Rsは書き込み光量が増すにつれて小さくなり、ミラー容量Cmに印加される電圧Vmが増すことで、可動電極16への静電引力が大きくなり、それに応じて可動電極16の傾き角 θ が大きくなる。CoxはCmに比して大きく取ることで可動電極の傾き角が増した際のCmの変化に対し前記電圧Xの変化を抑えることができる。Vmは角周波数 ω で変化することで、可動電極の傾きの角周波数も ω となる。また、支持電極15に接みばね17を配置することで変形するばね自体に電圧がかからない構成とし、開口以外の部分に支持電極を設けた可動電極への投影光の光検出部への漏れ光を遮断する役目を有する。

【0031】 LCLVでは必須となる誘電体層の層間によるミラーは本発明の光偏向器では不要である。従来の静電アクチュエータを用いた光偏向器ではミラーの固定点、すなわち、接みばね17と可動電極16の接続部の位置は基板側に固定するが無固定であったが、本発明の光偏向器では接続部が上方に固定し傾き角は実質的に増加することとなる。

【0032】 次に、図1で示された第1の実施例の光偏向器（静電アクチュエータ）の作製工程の一例を図4および図5の作製工程を用いて説明する。基板10としては、光の透過性の良いガラス20を用いた。ガラス基板の上に、インジウム・スズ・オキサイド薄膜21（以降、ITO薄膜21と記す）を1nm O₃/SnO₂ターゲットを用いて真空蒸着法の一つであるスパッタリング法を用いて厚膜0.2 μ mの成膜を施した。次に、プラズマCVD法によりSiH₄ガスにより光導電体層となるアモルファスシリコン膜（a-Si）22を5 μ m形成し、さらにSiH₄にホスピン（PH₃）を混合し、第2の固定電極となる0.1 μ mのn型a-S

i層23を形成する。以上の工程により光検出部を形成する。光検出部のn型a-Si層23の上に、Alのターゲットを用いて、酸素ガスにより反応性スパッタリングを行い、絶縁層となるAl₂O₃24を形成する（図4(a)）。

【0033】 次に機械可動部の作製工程を説明する。まず、300nmのAl1薄膜25をスパッタリング法を用いて堆積し、フोटリソグラフィを施しフोटリソグラフィプロセスによりパターンニングし、Al1薄膜25に対しBCl₃とCl₂との混合エッチングガスを用いた反応性イオンエッチング法（RIE）によりパターンニングを行い、開口19を設けて支持電極を形成し（不図示）、パターンニングに用いたフोटリソグラフィを除去する（図4(b)）。

【0034】 次にフोटリソグラフィをスピンコートにより1.5 μ m塗布し最終工程にて除去され空腔となる犧牲層を形成した、フोटリソグラフィはヘキスト（Hexast）社製パターニングレジストである商品名AZ1350Jを使用した。フोटリソグラフィは機械可動部の支持部を形成するために一部フोटリソグラフィにより除去してある（図4(c)）。次に接みばね17および支持部18とあるAl1薄膜26を75nmスパッタリング法により形成した（図4(d)）。

【0035】 スパッタリング時の基板ホルダーの温度を5℃に設定し、成膜時の熱膨張を抑えた。Al1薄膜26に対しフोटリソグラフィにより接みばね17および支持部18のバンプ形成を行った（図4(e)）。このようにして形成した接みばね17の上に可動電極と接みばね17の間の空腔を形成する第2の犠牲層となるフोटリソグラフィ102の塗布時にフोटリソグラフィ101が損傷しないよう下敷き層27を形成した（図4(f)）。下敷き層はスパッタリング法によりSiO₂を50nm₂形成した。

【0036】 次にフोटリソグラフィ102をフोटリソグラフィ101と同様に塗布し最終工程にて除去される第2の犠牲層として形成した（図5(g)）。フोटリソグラフィ102の厚さは1.5 μ mであり絶縁層と可動電極の空腔は3 μ mとなる。フोटリソグラフィ102はフोटリソグラフィ101と同様のものを用いた。フोटリソグラフィ102は接みばね17と可動電極の機械的および電気的接続を目的に一部フोटリソグラフィにより除去してある（図5(h)）。フोटリソグラフィ102の一部除去した部分のSiO₂はCF₄ガスを用いてRIEにて除去する。可動電極は接みばね17の形成条件に於いてAl1薄膜28を成膜した。厚膜は300nmとした（図5(i)）。

（1））。Al1薄膜28をフोटリソグラフィ103によりフोटリソグラフィにてパターンニングし、支持電極15と同様にAl1薄膜28をパターンニングし可動電極16を形成した（図5(j)）。

【0037】 最後にフोटリソグラフィ101、102および

び下敷き層27を酸素とCF₄の混合ガスによりRIEにてエッチング除去した（図5(k)）。このとき、絶縁層Al₂O₃はエッチングされず開口の下側の光検出部のエッチングを防止することができた。Al1薄膜28に示した光偏向器を得ることができた。Al1薄膜28の有機高分子フィルムを乾式エッチングにて除去する方法はM. A. Cadman等により提案されている（前述引用文献）。

【0038】 以上の方法により形成した光偏向器の形状について述べると、可動電極16は3 μ m角でありCoxは5fF、Cmは0.8fFとなるように支持電極15および開口19を配置した。光偏向部の機械的な共振周波数、すなわち光偏向の共振周波数は75kHzであった。また、a-Siは100 μ W/cm²の書き込み光量（WL）に対して光導電率は5 $\times 10^{-4}$ （ $\rho \cdot c m$ ）-1となっており、書き込み光の波長は600nmを用いている。印加電圧Vaを100V、正弦波の周波数を1kHzとした時の書き込み光量を算出した際のVm/Vaの比、および可動電極の正弦波動作する傾き角 θ の最大値 θ の測定結果を図6に示す（図6において矢印は指示方向の傾角を示している）。

【0039】 図6に示されるように可動電極への印加電圧Vmは100 μ W/cm²の書き込み光量に対して30V程度印加したこととなりそのときの最大の傾き角は6°となった。従来フोटリソグラフィ効果においては傾き角を大きくするには、応答周波数を低くしミラー面積を広く取る必要があり、このために交流電圧の周波数も低くなる。本発明の光偏向器は書き込み式駆動により図6に示した通り書き込み光量により傾角を制御することが可能であり、またミラー面積を小型化し、作製工程に示したように薄層形成プロセスおよびフोटリソグラフィプロセスを用いることにより光書き込み式駆動の光偏向器を作製でき、従来の作製工程に用いることとなる駆動回路を省く必要のない高い歩留りを確保できる光偏向器となつてゐる。

【0040】 次に、本発明の光偏向器の第2の実施例について図7の構成図を参照して説明する。図1の実施例の光偏向器においては、接みばね17が接み変形するのに対して、本実施例においては、可動電極36が傾きばね37の基底板を中心に戻り位置する。このために可動電極36には傾きばね37と結合するように可動電極支持部381を形成するコンタクトホール40が設けられている。基板10の上に形成された第1の固定電極31、光導電層32、第2の固定電極33、絶縁層34

11

については図1の実施例と同様に形成されているが、支持電極35の開口39は可動電極36の半分の面と対向するように形成されている。

【0042】さらに、本発明の光偏向器の第3の実施例について図8の構成図を参照して説明する。図1および図7の実施例の光偏向器では光検出部に機械可動部を有しているが、図8で示された実施例においては、光検出部と機械可動部とを独立に形成している。第1の固定電極41、光導電体層42、第2の固定電極43からなる光検出部と、第2の固定電極44、光導電体層45、支持電極46、機械ばね47、およびミラーとなる可動電極46を形成する。その後、第1および第2の基板を可動電極46と絶縁層44の間に空に配置して、支持電極45は絶縁層45は絶縁層47にミラーの反射光が入射しないように配置し、機械ばねが変形した際の反射光がミラーの反射光のノイズ光（漏れ光）となることを防止する。

【0043】第1の基板111と第2の基板112の固定の際に基板の接合工程が入ることとなるが、A r m i t a g e に示すようなフォトダイオードとなるS i と基板との全面における貼り合わせは必要なく、空隙を形成できれば良い。このことにより貼り合わせによる光検出部の残留り低下を招くことはない。また、図8の光偏向器の構成により可動電極への静電引力を受ける面積を広くすることが可能となる。なお、絶縁層44は交流電圧電源の異常により過度の電圧が印加され可動電極が第2の固定電極と接触することを防止する役割を併せ持つ。交流電圧電源の安定化を図ることで、絶縁層44を設けなくとも良い。

【0044】以上、実施例を用いて本発明の光偏向器の構成、動作および作製工程について説明した。光導電体層として書き込み光の波長に対して電阻率の変化するものであればよく、可視光についてはC d S、C d S e、C d S・S e等を用いても良く、好ましくは光電流の過渡応答性の優れた材料が良い。a - S i はガラスやC V Dにより安価で大量に作製でき、且つ過渡応答性に優れた材料の一つである。また、赤外光を書き込み光とする光導電体層はH g C d T e等を用いれば良い。基板としては光検出部への書き込み光の波長に対して透過するものであればよく、本発明では安価で入手の容易なガラスを用いた。第1の固定電極層材料としては光導電体層への光量を著しく低下させることが可能となる。I T、金、金属、半導体等を用いることが可能となる。I T、O、S n O₂等の光透過性が良く導電率の高い材料が第1の固定電極としてはより好ましい。

【0045】作製工程では、機械層として同一材料を用いたが空隙部分を形成するために除去するに際して絶縁層、固定電極および機械可動部を露食せずに除去するこ

12

とが可能なる材料であれば異種材料を各々の空隙用材料として用いても構わない。実施例では機械層材料としてフオトリジストを用いたが特に限定されないものではない。他の機械層材料として、T iまたはT i/Wからなる金、合金、銅、Ni、Pt、Ti、Co、Ag、Cu、G e、I n、S i等の薄膜形成可能な金属、合金、半導体、および低抵抗な電気的導電性を有する半導体であればいずれを用いても可能である。

【0046】次に、本発明の光偏向器を用いた表示装置の実施例について図面を参照して説明する。図9は本発明の表示装置の実施例に用いられるライイトバルブ200における光偏向器（例えば、個々の光偏向器は実質的に図1で示される光偏向器と同様に構成を有する）の配置例を示す図である。図9（a）に第1の固定電極のパターン図を示す。第1の固定電極51を基板上にライン状に形成する。図には示していないがライン端に全て、第1の固定電極51は電気的に接続してある。なお、光導電体層は基板面に一様に形成した。第2の固定電極53は図9（b）に示すように各々独立してパターンニングしてあり、このとき光導電体層を第2の固定電極53と同様のパターンニングしてもよい。絶縁層は第2の固定電極上に一様に形成する。

【0047】次に支持電極55を形成し図9（c）に示すように開口59を有するライン状に第1の固定電極51と交差するようにパターン形成されている（ばねは図面には示さなかった）。最後に可動電極56を図9（d）に示すように第1の固定電極51と第2の固定電極53が交差する位置に配置する。以上の複数の光偏向器を配置することにより個々の光偏向器は1つの交流電圧電源にて書き込み光に対して独立に駆動することが可能となる。

【0048】図10は本発明の表示装置の一実施例における動作原理を説明した図である。本実施例においては図9に示したライイトバルブ200を用いている。図10においては、動作説明の簡略化のためにライイトバルブ200における一つの光偏向器のみを示してあり、図10（a）は書き込み光W L Lにない場合の図であり、図10（b）は書き込み光W L Lに対して可動電極がθ傾いたときの図である。なお、図10では図3で示した交差電圧電源の印加電圧電源、および書き込み用の光源の表示は省略してある。

【0049】平行光源201から投射光をライイトバルブ200に照射し各々の光偏向器により投影光を反射する。書き込み光がない場合（図10（a））には、入射

13

した投射光は、投影レンズ202および図203により制限された投影レンズ絞り面に入射せず、スクリーン204上に光偏向器の反射光として集光されない。しかし、図10（b）に示されるように、書き込み光によりひとつの光偏向器がθ傾くことにより、反射された光は2θ傾向された投影レンズ絞り面と反射光の重なり213が現れる。重なり213のみが投影レンズ202を通過してスクリーン上に投影され焦点を結ぶ。書き込み光量が増すと重なり213が増し、スクリーン上の焦点での輝度が増す。

【0050】ミラーは交流電圧電源と同一周波数で振動しており、焦点での輝度は周期的に変化する。投影レンズ絞り面を通過する一時間当たり（テレビジョンのフレーム周波数30Hz）の輝度量が一面裏の輝度に相当する。交流電圧の周波数をフレーム周波数に比し十分に大きく取ることにより輝度ムラはなくなる。実施例に述べたように本発明の光偏向器は十分な応答速度を有することから1kHz程度、またはそれ以上の正弦波で振動する問題はなく、更に周波数を上げること十分可能であることはいうまでもない。すなわち、本発明の表示装置はH D T V等においても十分に対応可能な応答速度を有している。

【0051】本発明の光偏向器では書き込み光の光量に偏角を変化させることが可能であり、これを用いた表示装置では各々の光偏向器に書き込み光量に応じてスクリーン上に輝度の異なる表示を行うことが可能となる。本発明の表示装置ではC I Vに必須の偏光ビームスプリッタは不要であり、且つ偏角を大きく取れることでA r m i t a g eにおけるフーリエ・ブレンヌマスをを用いずとも表示装置を構成することが可能となる。シュリーレン光学系を用いても表示装置を形成できるとは言うまでもない。

【0052】よって、小型のC R Tまたは透過型の液晶ディスプレイ等の画像情報表示手段を用いた所望の画像データをライイトバルブに画像として書き込みすること、各ミラーからの反射光と投影レンズ絞り面の重なり部分の立体角が変化しスクリーン上の光量が変化し、書き込みした画像の光量の濃淡に応じて階調を有する画像表示を行うことが可能である。偏角をアナログ的に変化できること、画像として見た場合にスクリーン上に階調表示を行っていることとなる。すなわち、本発明の光偏向器を用いた表示装置により、一面裏がミラーからなる各面裏毎に階調表示が可能なテレビジョン装置に対応できる投射型ディスプレイが作製できた。

【0053】この表示装置により形成される画像をカラー化するには、図10に示すライイトバルブおよび光学系、画像情報表示手段、平行光源を3つずつ設けて各々の平行光源とライイトバルブの間、またはライイトバルブと投影レンズの間にそれぞれ異なる色素からなるR E D、G R E E N、B L U Eの各カラーフィルターを配置し、

14

同一スクリーン上に投影することによりカラー化が達成できる。その他の方法としては1つの平行光源の投影光をダイクロックミラーを用い3原色に分離し、各々の投影光を3つのライイトバルブに入射することによって達成できる。この場合画像情報表示手段は各々のライイトバルブに3原色に応じた画像情報を書き込むこととなる。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明の光偏向器によれば、光検出部は光導電効果により入射する光の量により抵抗が変化し、抵抗の変化に伴い面列接続した機械可動部への印加電圧が変化し、印加電圧の変化に伴い静電引力により光偏向器の傾き角を制御することが可能であり、光検出部に入射する光量に応じて光偏向器に入射する投影光の偏角が可能となった。また、光偏向器すなわちミラーの面積を小型化に伴い交流電圧電源の印加電圧を増すことにより機械可動部への実効電圧を上げ、所望の偏角を得ることができた。これにより、ミラー面積が小さくても光偏向器をアレイ化しライイトバルブを形成することで、階調表示可能なテレビジョン装置に対応できる高解像度表示装置を提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光偏向器の第1の実施例の構成を示す斜視図である。

【図2】図1の実施例のA-A断面図である。

【図3】図1の実施例を駆動する場合の図1の実施例の等価回路を示す図である。

【図4】（a）、（b）、（c）、（d）、（e）、（f）は、図1で示された第1の実施例の光偏向器（静電アクチュエータ）の作製工程の一例を示す作製工程図である。

【図5】（g）、（h）、（i）、（j）、（k）は、図4の作製工程図で示された作製工程以降の作製工程を示す作製工程図である。

【図6】図1の実施例の光偏向器の書き込み光量と実効電圧および傾き角の関係を示す図である。

【図7】本発明の光偏向器の第2の実施例の構成を示す斜視図。

【図8】本発明の光偏向器の第3の実施例の構成を示す斜視図。

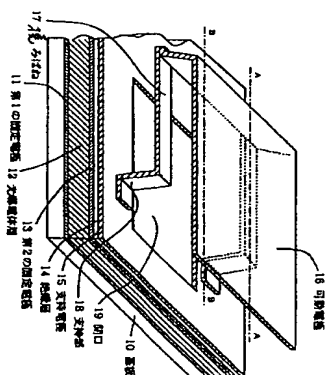
【図9】（a）、（b）、（c）、（d）は本発明の表示装置の実施例に用いる光偏向器の複数配列の例を示す図である。

【図10】（a）は書き込み光がない場合における、本発明の表示装置の一実施例の動作を説明する図である。（b）は書き込み光がある場合において、書き込み光に対して可動電極がθ傾いたときの動作を説明する図である。

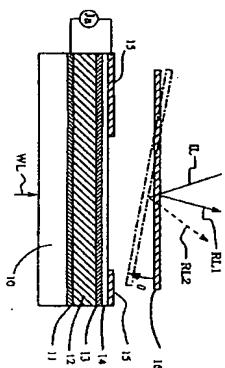
【符号の説明】

- 10 基板
11, 31, 41, 51 第1の固定電極
12, 32, 42 光導電体層
13, 33, 43, 53 第2の固定電極
14, 34, 44 絶縁層
15, 35, 45, 55 支持電極
16, 36, 46, 56 可動電極
17, 47 接みばね
18, 38, 48 支持部
19, 39 開口
20 ガラス
21 ITO層
22 a-Si層
23 n型a-Si層
24 Al₂O₃
25, 26, 28 Al薄膜
- 27 下敷き層
37 接みばね
40 コンタクトホール
41 可動電極支持部
101, 102, 103 フォトリソスト
111 第1の基板
112 第2の基板
200 ライトバルブ
201 平行光源
202 投影レンズ
203 絞り
204 スクリーン
211 反射光
212 投影レンズ絞り面
213 重なり

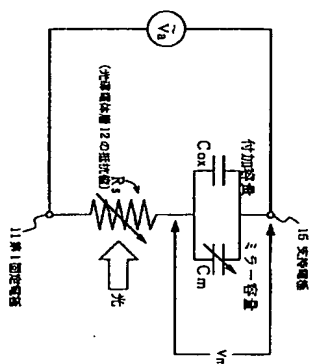
【図1】



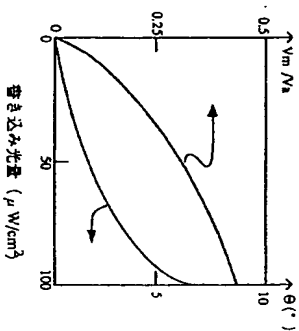
【図2】



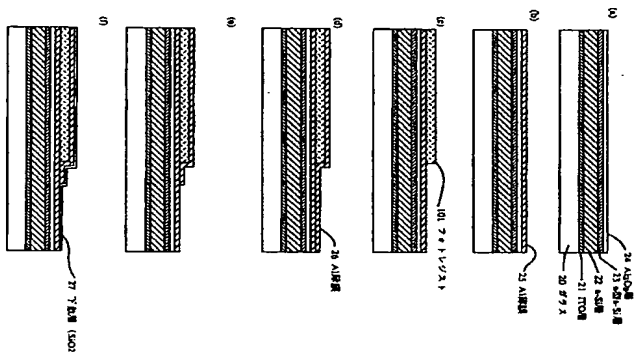
【図3】



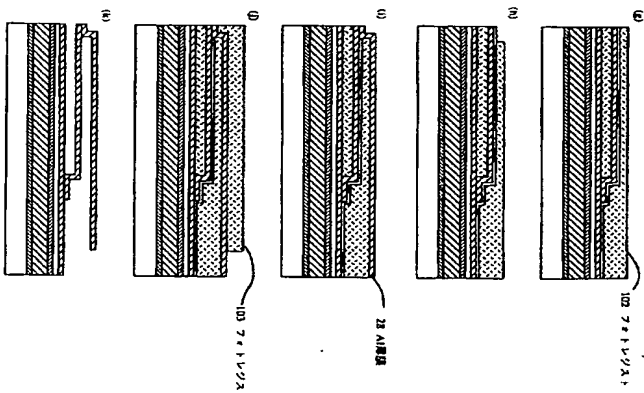
【図6】



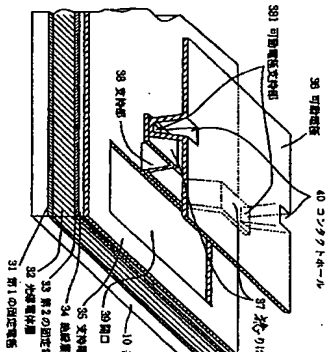
【図4】



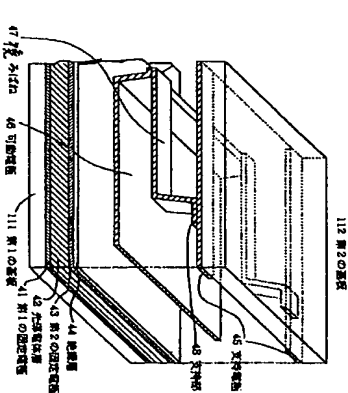
【図5】



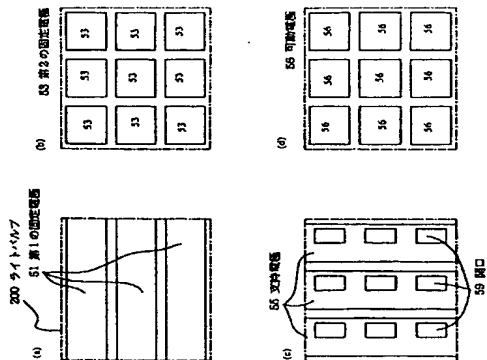
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

